

Title	<新設研究室紹介>電気工学専攻 優しい地球環境を実現する先端電気機器工学講座（中村武研究室）「先進的電磁エネルギー変換機器とそのシステム化」
Author(s)	
Citation	Cue : 京都大学電気関係教室技術情報誌 (2017), 38: 15-15
Issue Date	2017-09
URL	http://hdl.handle.net/2433/227453
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	publisher

新設研究室紹介

電気工学専攻 優しい地球環境を実現する先端電気機器工学講座（中村武研究室） 「先進的電磁エネルギー変換機器とそのシステム化」

当研究室では、“材料からシステムまで”をモットーに、これからの省エネ・低炭素化社会を実現する先進的電磁エネルギー変換機器とそのシステム化の研究を進めています。具体的には、以下のような研究を行っています。

(1) 車載用モータとそのシステム化に関する研究

我が国の市販車用駆動モータは、そのほとんどが永久磁石モータです。一方で、欧米では誘導機が搭載されるなど、走行モードに依存して最適な回転機が異なります。当研究室では、電気自動車を含む輸送機器の電気駆動化を見据えて、基礎的電気-機械エネルギー変換過程に立ち戻った最適回転機構造および駆動方法を研究しています。また、輸送機器特有の駆動モードに適した電力変換器や負荷他のシステム構成を検討しています。特に、私達は車載用かご型誘導モータの可能性について長年研究しており、高速回転領域における高性能性を明らかにすると共に、実証試験に向けて企業との共同研究を推進しています。

(2) 再生可能エネルギーを利用した高効率発電システムに関する研究

小水力発電システムの高効率化に関する研究開発を実施しています。近年では、企業との共同研究として試作した1 kW 級低速永久磁石発電機について、回転数150 rpm 程度の低速回転でも90%を超える高効率を実現しました。さらに、発電機から負荷までの最適マッチングを実現するシステム構成を検討し、他大学・企業との共同研究によって、ダリウス水車一体型小水力発電システムを開発しています。本システムは実用段階に達しており、共同研究先企業がフィールド試験を実施しています。その他、エネルギー総合工学研究所他との共同研究として、MW 級以上の大型システムを想定した大規模風力発電発熱システムの検討も行っています [1]。

(3) 高温超伝導材料の非線形電流輸送特性を利用した応用研究

超伝体の中間視的量子現象のモデル化から出発して、その巨視的具現としての非線形電流輸送特性を利用した応用研究を進めています。例えば、高温超伝導線材の異方的超低損失大電流輸送特性 [2] を定量化した送電ケーブルの特性解析 [3] や超伝導磁気エネルギー貯蔵 (Superconducting Magnetic Energy Storage: SMES) コイルの設計を実現しました [4]。特に SMES 用コイルの設計では、遺伝的アルゴリズムに基づく最適化設計技術を確立し、NEDO プロジェクト (当時) の開発目標に位置付けられました。現在は、核融合科学研究所・明治大学他との共同研究として、磁気エネルギー貯蔵用他の高温超伝導ヘリカル巻線技術の研究開発を実施しています [5]。また、NEDO プロジェクトとして MRI 用超伝導マグネット開発に参画し、高温超伝導マグネットとして世界初の3 T イメージングに成功しました [6]。

さらに、高温超伝導誘導同期回転機 (High Temperature Superconducting Induction/Synchronous Machine: HTS-ISM) を提案し [7]、輸送機器 (船舶、電車、バス、トラック、自動車) [8] や液体水素燃料移送ポンプ [9] 等への適用を目指したプロジェクトを複数立上げ、研究開発を推進しています。図1には、JST-ALCA プロジェクトで開発した20 kW 級プロトタイプ機の外観写真を示します。

[1] T. Okazaki et al., Renewable Energy, **vol. 83**, no. 3 (2015) 332, [2] T. Nakamura, et al., Supercond. Sci. Technol., **13** (11) (2000) 1521, [3] T. Nakamura, et al., J. Mat. Process. Technol., **161** (1-2) (2005) 22, [4] K. Shikimachi et al., IEEE Trans. Appl. Supercond., **19** (3) (2009) 2012, [5] Y. Kimura, et al., IEEE Trans. Appl. Supercond., **26** (4) (2016) 4202104, [6] S. Yokoyama et al., IEEE Trans. Appl. Supercond., **27** (4) (2017) 4400604 [7] G. Morita et al., Supercond. Sci. Technol., **19** (6) (2006) 473, [8] 中村武恒, 応用物理, **82** (7) (2013) 579, [9] K. Kajikawa et al., Cryogenics, **52** (11) (2012) 615



図1 20 kW 級 HTS-ISM の外観写真